

ALAT PEMILAH UANG KERTAS BERDASARKAN NILAI PECAHAN DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR WARNA TCS230

Brilliant Renadi Samalo¹⁾, Hendro Gunawan²⁾, Antonius Wibowo²⁾
E-mail: brilox@gmail.com, hendro@mail.wima.ac.id, w_antoniuss@hotmail.com

ABSTRAK

Dengan semakin berkembangnya teknologi dan untuk mengakomodasi kebutuhan akan pemilah uang berdasarkan nilai pecahan pada Koperasi Serba Usaha(KSU), Lembaga Keuangan Mikro(LKM), bank atau di tempat lain, maka dibuatlah "Alat Pemilah Uang Kertas Berdasarkan Nilai Pecahan Dengan Menggunakan Sensor Warna TCS230".

Tujuan dari pembuatan alat ini agar mempermudah pengguna yang akan memilah uang mulai dari pecahan sepuluh ribu hingga seratus ribu. Alat ini ditujukan untuk digunakan oleh kasir pada KSU, LKM ataupun bank. Aplikasi alat ini pada dunia bisnis adalah membantu KSU, LKM ataupun bank untuk dalam meningkatkan efisiensi penggunaan waktu pelayanan kepada pelanggan.

Cara kerja piranti ini adalah dengan membedakan warna dari mata uang tersebut dari masing-masing nilai pecahan. Selanjutnya, alat ini mampu memisahkan dan menunjukkan kepada pengguna tentang jumlah masing-masing pecahan dengan tampilan berupa 7-segment. Alat ini terdiri dari tiga bagian utama, yaitu bagian penggulung, bagian pemilah dan kotak uang.

Kata kunci : pemilah, sensor warna, mikrokontroler, membedakan, memisahkan, menunjukkan

PENDAHULUAN

Pada saat ini perkembangan teknologi semakin pesat sehingga memberikan banyak kemudahan bagi semua orang untuk melakukan aktivitas di berbagai bidang. Dalam bidang keuangan banyak orang masih melakukan penghitungan uang secara otomatis namun pemilahan uang secara manual. Saat ini, pemilahan uang kertas pada umumnya masih dilakukan secara manual. Dengan demikian proses pemilahan secara manual membutuhkan waktu dan kurang efisien.

Maka dari itu dalam penelitian ini dirancang dan dibuat sebuah alat pemilah uang kertas berdasarkan nilai pecahan dengan menggunakan sensor warna TCS230 untuk mengatasi segala kesulitan di atas. Dengan alat pemilah yang dibuat ini, pengguna dipermudah dalam melakukan proses penghitungan sekaligus memilah. Hasil penghitungan dan pemilahan ditempatkan serta ditampilkan sedemikian rupa, sehingga mudah dilihat secara bersamaan.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Sensor Warna TCS230

Sensor warna TCS230 mengkombinasikan fotodiode silikon dan sebuah konverter dari arus ke frekuensi dengan tampilan gelombang persegi. Sensor warna TCS230 disajikan pada Gambar 1. Pada dasarnya sensor ini mengkonversi setiap cahaya yang mengenai optik sensor tersebut menggunakan array fotodiode 8x8. Sensor ini dilengkapi dengan filter yang berfungsi untuk

meminimalkan efek ketidakteraturan pemancaran cahaya pada sebuah obyek. Filter tersebut memiliki 16 fotodiode yang terhubung secara paralel.



Gambar 1. Sensor Warna TCS230

Keenam belas fotodiode untuk filter yang sama terhubung secara paralel dan pemilihan tipe fotodiode dapat dilakukan secara *software* dengan mengirimkan sinyal *high* dan *low* dari mikrokontroler. Pemilihan tipe fotodiode disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pemilihan Tipe Fotodiode

S2	S3	Tipe Fotodiode
L	L	Red
L	H	Blue
H	L	Clear
H	H	Green

Keluaran frekuensi skala penuh yang dihasilkan dapat diatur melalui dua *pin* (*S0* dan *S1*) yang merupakan *input* bagi TAOS TCS230. *Input digital* dan *output digital* dapat secara langsung terhubung ke mikrokontroler sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

¹⁾ Mahasiswa di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

²⁾ Staf Pengajar di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

Tabel 2. Deskripsi *Pin-Pin TAOS TC230*

Pin	Nama	I/O	Keterangan
1,2	<i>S0,S1</i>	<i>I</i>	Berfungsi untuk mengatur skala frekuensi <i>output</i>
3	<i>OE</i>	<i>I</i>	<i>Output Enable</i> akan aktif jika diberi logika '0'
4	<i>Gnd</i>		Dihubungkan dengan <i>Gnd</i> dari <i>power supply</i>
5	<i>Vdd</i>		Dihubungkan dengan sumber tegangan 5 <i>Vdc</i>
6	<i>Out</i>	<i>O</i>	Frekuensi <i>output</i> yang dihasilkan oleh <i>TCS230</i>
7,8	<i>S2,S3</i>	<i>I</i>	Berfungsi untuk memilih tipe fotodioda untuk <i>filter red, green, blue, dan clear</i>

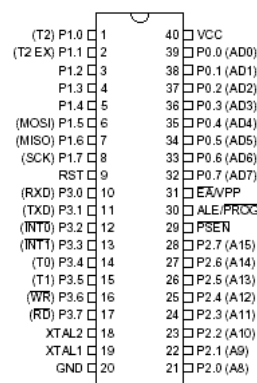
2. Mikrokontroler AT89S51

Mikrokontroler *AT89S51* merupakan mikrokontroler *CMOS 8-bit* yang memiliki *Flash PEROM* sebesar 4 *Kbyte*. Mikrokontroler ini mempunyai kelebihan bila dibandingkan dengan mikrokontroler tipe *AT89C51*, yaitu *In-System Programming(ISP)*^[1]. Kelebihan dari *ISP* ini adalah pada saat mengisi atau memprogram *Flash PEROM*, mikrokontroler tidak perlu dilepas dari alat, hal ini merupakan salah satu keuntungan dari penggunaan *AT89S51*.

Beberapa kemampuan dan fitur yang dimiliki oleh mikrokontroler ini antara lain:

- Kompatibel dengan standard industri *MCS-51*.
- Memiliki 4 *Kbyte Flash Programmable and Erasable Read Only Memory (PEROM)* yang dapat diprogram berkali-kali.
- 128 x 8 bit *internal RAM*.
- 32 jalur *input/output* yang dapat diprogram sesuai dengan kebutuhan, dan apabila diperlukan dapat ditambahkan dengan konfigurasi *peripheral port interface(PPI)*.
- *Internal* osilator dan *timer circuit*.
- 1 buah jalur *serial input/output*.
- 256 set instruksi.
- 6 sumber *interrupt*.
- Memiliki dua buah *timer/counter* 16 bit.
- Kompatibel dengan *CMOS* dan *TTL*.
- *Clock* maksimum 40 *Mhz* pada tegangan 5 *Vdc*.

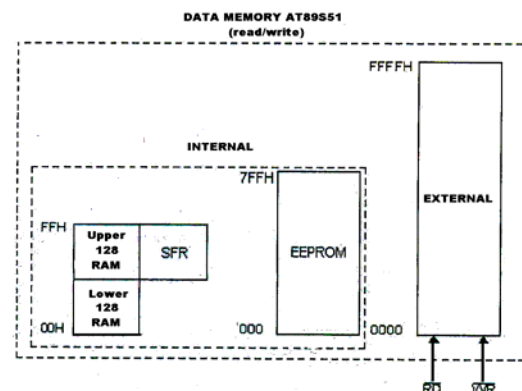
Pada Gambar 2 disajikan *pin-pin* mikrokontroler *AT89S51* sebagai berikut.

**Gambar 2.** *Pin* Mikrokontroler *AT89S51*

• RAM Internal *AT89S51*

Microcontroller AT89S51 memiliki *RAM* sebesar 256 *byte* di mana 128 *byte* teratas menempati ruang *parallel* dengan *Special Function Register(SFR)* sebagaimana disajikan pada Gambar 3. Hal ini menyebabkan 128 *byte* teratas dari *RAM* memiliki alamat yang sama dengan *SFR (080H-0FFH)*, namun secara fisik terpisah dari ruang memori *SFR*. *CPU* akan membedakan ruang memori mana yang akan diakses berdasarkan jenis instruksi yang dipergunakan.

Untuk mengakses *SFR*, maka instruksi yang dipergunakan adalah instruksi pengalamatan langsung (*direct addressing*), sedangkan untuk mengakses 128 *byte* teratas dari *RAM* dipergunakan instruksi pengalamatan tidak langsung (*indirect addressing*). Untuk 128 *byte RAM* terbawah dapat diakses baik secara pengalamatan langsung maupun tidak langsung.

**Gambar 3.** Struktur Memori Data *Microcontroller AT89S51*

• Transmisi Data Dengan *Port Serial*

Pada mikrokontroler *AT89S51* terdapat *pin* yang dapat mentransmisikan data secara serial. *Pin* ini terletak pada port 3 yaitu tepatnya pada *pin 3.0 (Rx D/pin masukan serial)* dan *pin 3.1 (Tx D/pin keluaran serial)*. *Port serial* pada

AT89S51 bersifat dupleks-penuh (*full-duplex*) yang artinya *port serial* dapat mengirim dan menerima data secara bersamaan. Selain itu, *port serial* pada AT89S51 juga memiliki penyangga penerima, artinya *port serial* dapat menerima *byte* kedua sebelum *byte* yang pertama dibaca oleh *register* penerima. Penerimaan dan pengiriman data serial dilakukan melalui *register SBUF*. Secara fisik terdapat dua *register SBUF*, yang pertama untuk transmisi pengiriman dan yang kedua untuk transmisi penerimaan data. Namun kedua *register* ini dikenali oleh perangkat lunak menjadi satu *register SBUF*.

• Mode Transmisi Data Serial

Pada *microcontroller AT89S51* terdapat *pin* yang dapat mentransmisikan data secara serial. *Pin* ini terletak pada *port 3* yaitu tepatnya pada *pin 3.0 (RxD/pin masukan serial)* dan *pin 3.1 (TxD/pin keluaran serial)*. *Port serial* pada AT89S8252 bersifat dupleks penuh (*full-duplex*) yang artinya *port serial* dapat mengirim dan menerima data secara bersamaan. Selain itu, *port serial* pada AT89S8252 juga memiliki penyangga penerima, artinya *port serial* dapat menerima *byte* kedua sebelum yang pertama dibaca oleh *register SBUF*, yang pertama untuk transmisi pengiriman data yang kedua untuk transmisi penerima data. Namun kedua *register* ini dikenali oleh perangkat lunak menjadi satu *register SBUF*.

Terdapat dua macam cara transmisi data secara serial. Kedua cara tersebut dibedakan oleh *clock* yang dipakai untuk men-”dorong” data serial, kalau *clock* dikirim bersama-sama dengan data serial, cara tersebut dikatakan sebagai transmisi data serial secara sinkron. Sedangkan untuk transmisi data secara *ansinkron*, *clock* tidak dikirimkan bersama-sama dengan data serial, namun rangkaian penerima harus membangkitkan sendiri *clock* untuk menerima data serial.

Mode port serial yang digunakan untuk komunikasi antara PC dengan mikrokontroler adalah *mode 2*. Pada *mode 2* ini data dikirim 11 bit sekaligus dimulai dengan bit 0 (*LSB*), bit 9 yang berasal dari *TB8* dalam *register SCON*, dan diakhiri dengan 1 bit *stop*. Kecepatan pengirim data dapat dipilih antara $\frac{1}{32}$ atau $\frac{1}{64}$ frekuensi kristal.

Baudrate untuk *mode 2* bergantung pada nilai bit *SMOD* pada *register PCON*. Jika *SMOD*=0, maka *Baudrate* $\frac{1}{64}$ frekuensi kristal,

jika *SMOD*=1, maka *Baudrate* $\frac{1}{32}$ frekuensi kristal.

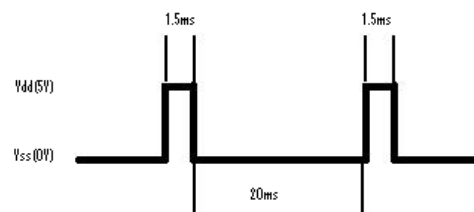
3. Servo motor

Servo motor buatan *hi-tech* sebagaimana disajikan pada Gambar 4 mempunyai jangkauan putaran hingga 180° . Pada *servo motor* hanya terdapat satu buah jalur data. Jalur data ini dapat secara langsung dihubungkan dengan mikrokontroler, sehingga tidak memerlukan *driver*^[2]. Untuk dapat mengoperasikan *servo motor* dibutuhkan voltase *V_{dc}* antara 4,8 hingga 6V.



Gambar 4. Servo Motor HS-645MG

Dengan memberikan pulsa *high* dan *low* secara berulang-ulang, maka *servo motor* akan memutar. Waktu *low* untuk tiap periode berlangsung antara 10ms hingga 40ms. Sedangkan waktu *high* untuk tiap periodenya minimal 0,2ms. Dalam Gambar 5 disajikan bentuk pulsa untuk memutar *servo motor* dan tampak bahwa untuk memutar *servo motor* dibutuhkan tidak hanya satu periode dengan waktu *high* dan waktu *low* yang sama. Pemberian pulsa 1,5ms akan menyebabkan *servo* berputar dan berhenti di tengah kisaran putaran 180° . Posisi ini merupakan posisi pusat *servo motor*. Dengan pulsa 0,7ms *servo motor* akan berputar jauh ke kiri. Jika diberi pulsa 2,5ms, maka *servo motor* akan berputar jauh ke kanan.

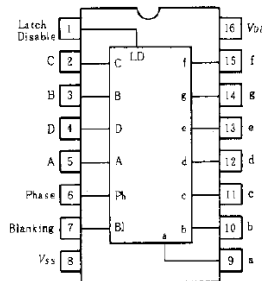


Gambar 5. Bentuk Pulsa Untuk Memutar Servo Motor

4. IC 14553

IC 14533 merupakan *counter 3 digit* yang terdiri dari *counter* dengan *output BCD* yang

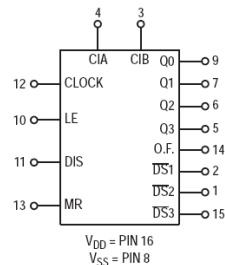
tersusun secara sinkron dengan menggunakan sebuah *latch* yang terletak pada *output* dari masing-masing *BCD counter*. Hal ini memungkinkan penyimpanan dari berapapun perhitungan yang diberikan oleh *output BCD*, setelah melewati *latch*. Sebuah *on-chip oscillator* menyediakan *scanning clock* frekuensi rendah yang menjalankan *multiplexer output selector*. Frekuensi dari *oscillator* dapat dikontrol secara eksternal menggunakan sebuah kapasitor di antara *pin 3* dan *4*, atau dapat dijalankan dengan eksternal *clock* pada *pin 4*. IC 14533 disajikan pada Gambar 6 sebagai berikut.



Gambar 6. IC 14533

5. IC 14543

IC 14543 didesain untuk menyediakan fungsi dari *latch* penyimpanan 4-bit dan sebuah 8421 *BCD-to-seven segment decoder* dan *driver*. IC 14543 sebagaimana disajikan dalam Gambar 7 mampu mendukung untuk tujuh segmen baik *common cathode* maupun *common anode*. Untuk menggunakan *common anode*, maka disediakan fase *input* dari IC ini yang berfungsi untuk membalikkan tingkatan logika. IC 14543 ini juga dilengkapi dengan fungsi *decoder* untuk menampilkan data pada tujuh segmen secara bersamaan.



Gambar 7. IC 14543

6. Fotodioda

Fotodioda adalah sebuah alat optoelektronika yang dapat mengubah cahaya datang menjadi besaran listrik. Simbol elektronika fotodioda disajikan dalam Gambar 8. Bila cahaya mengenai persambungan *p-n*,

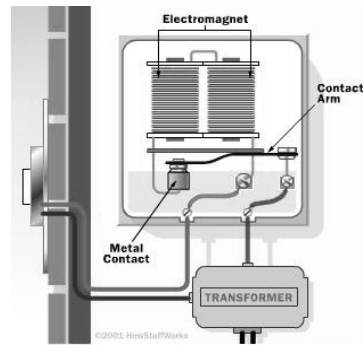
fotodioda dapat mengeluarkan elektron-elektron valensi. Dengan kata lain, jumlah cahaya yang mengenai persambungan *p-n* dapat mengendalikan arus balik di dalam dioda. Bila cahaya semakin cerah, maka arus balik akan semakin besar^[3].



Gambar 8. Simbol Elektronik Fotodioda

7. Buzzer

Buzzer menggunakan lilitan dan kontaktor. Saat lilitan dialiri arus, maka akan timbul medan magnet. Medan magnet akan menarik kontaktor sehingga kontaktor mengenai lempengan logam yang lain, sehingga menimbulkan suara. Pada saat yang sama kontaktor tidak menempel pada lempengan logam, sehingga arus yang mengalir ke lilitan terputus. Dengan terputusnya arus, maka lilitan tidak menghasilkan medan magnet, sehingga kontaktor kembali ke lempengan logam. Arus kembali mengalir ke lilitan, sehingga timbul medan magnet dan kontaktor kembali tertarik ke lempengan logam. Hal ini terjadi terus menerus selama arus mengalir ke lilitan. Gambar penampang *buzzer* disajikan pada Gambar 9.



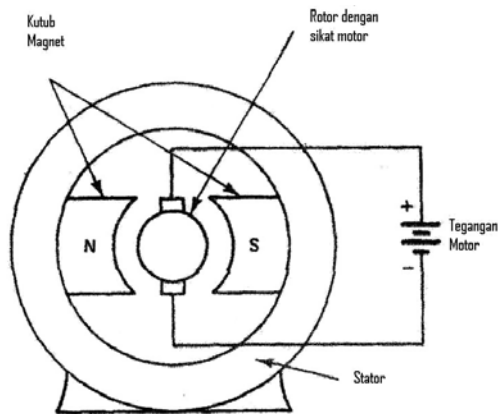
Gambar 9. Penampang Buzzer

8. Motor DC

Fungsi dari motor adalah merubah energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk gerakan mekanik berrputar. Motor arus searah atau *direct current motor (DC)* memerlukan arus listrik searah guna menghasilkan gerakan mekanik berputar^[4].

Motor *DC* memiliki bagian-bagian mendasar seperti disajikan pada Gambar 10 sebagai berikut:

1. Sebuah stator: merupakan kerangka dari motor tersebut;
2. Sebuah rotor: merupakan batang yang berputar beserta komponen yang terhubung dengannya;
3. Komutator.



Gambar 10. Bagian-bagian Mendasar dari Motor DC

Cara kerja dari motor DC adalah ketika catu daya dihubungkan dengan motor DC, arus dari catu daya akan mengalir menuju armatur melalui *commutator* yang terhubung dengan *brushes* dan arus akan berakhir kembali pada catu daya. *Commutator* akan berfungsi menjadi semacam saklar yang mengubah-ubah arah arus yang mengalir dalam *commutator*. Pada saat kumparan dialiri arus dan diletakkan di antara sepasang magnet permanen, maka akan dihasilkan medan magnet. Keadaan ini menyebabkan bagian *rotor* berputar, karena adanya gaya tolak-menolak untuk kutub yang sejenis dan gaya tarik-menarik untuk kutub yang tidak sejenis. Selama catu daya masih terhubung dengan motor DC proses perputaran *rotor* akan berlangsung secara terus-menerus. Gambar 11 adalah gambar motor DC tanpa menggunakan gigi banding.



Gambar 11. Motor DC

Karakteristik dari motor DC disajikan pada Tabel 3. Dapat dijelaskan bahwa apabila beban motor DC meningkat, maka kecepatan

dari motor DC akan menurun, sedangkan aliran arusnya berbanding lurus dengan beban, sebaliknya torsi berbanding terbalik dengan aliran arus. Keadaan ini akan berlaku sebaliknya apabila beban pada motor DC menurun.

Tabel 3. Karakteristik Motor DC

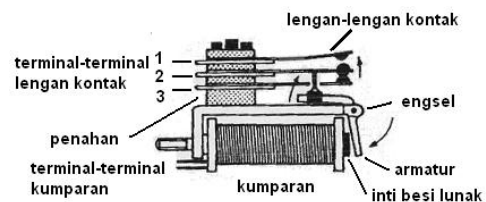
Beban	Kecepatan	Aliran Arus	Torsi
Naik	Turun	Naik	Turun
Turun	Naik	Turun	Naik

9. Relay

Relay merupakan komponen elektromagnetik yang dapat mengubah posisi kontak-kontak saklar ketika komponen tersebut diberi sinyal *input*^[5]. Bentuk fisik *relay* disajikan pada Gambar 12. *Relay* terdiri dari sebuah kumparan kawat, sebuah inti besi lunak, beberapa lengan kontak, serta armatur. Penampang *relay* disajikan pada Gambar 13.



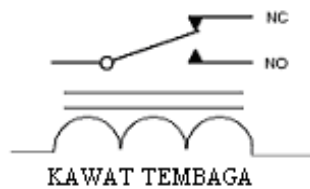
Gambar 12. Bentuk Fisik Relay



Gambar 13. Penampang Relay

Prinsip kerja dari komponen *relay* adalah ketika arus kontrol kecil mengalir melewati kumparan, secara otomatis inti besi lunak akan dimagnetisasi, sehingga armatur akan tertarik oleh inti besi lunak yang telah dimagnetisasi. Gerakan armatur yang tertarik mengakibatkan posisi lengan kontak berubah, di mana antara lengan kontak 1 dan 2 yang terbuka akan menjadi tertutup, sedangkan kebalikannya lengan kontak 2 dan 3 yang tertutup akan menjadi terbuka atau yang biasa disebut dengan *change over* (CO).

Dalam Gambar 14 ditunjukkan *relay* pada saat arus tidak mengalir, sehingga lengan kontak akan terhubung dengan *NC*. Saat arus mengalir, maka lengan kontak akan terhubung dengan *NO*.

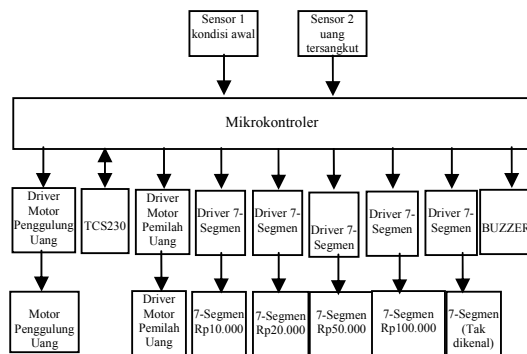


Gambar 14. *Relay* Pada Saat Arus Tidak Mengalir

METODE PENELITIAN

Perancangan Sistem

Alat dalam penelitian ini dirancang sebagai berikut. Langkah pertama yang dilakukan adalah membuat diagram blok yang menggambarkan kerja masing-masing bagian dari alat tersebut secara garis besar. Diagram blok dari alat pemilah uang kertas berdasarkan nilai pecahan dengan menggunakan sensor warna *TCS230* disajikan pada Gambar 15.



Gambar 15. Diagram Blok Alat Pemilah Uang Kertas Berdasarkan Nilai Pecahan Dengan Menggunakan Sensor Warna *TCS230*

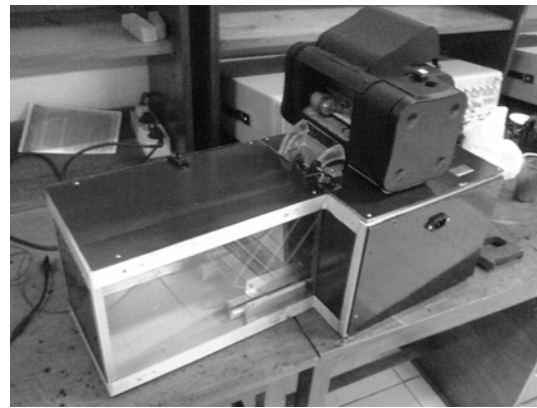
Penjelasan masing-masing komponen dalam diagram blok alat pemilah uang kertas sebagai berikut:

- *Driver* motor penggulung uang: rangkaian ini digunakan untuk mengeksekusi logika yang telah diberikan oleh mikrokontroler;
- Motor penggulung uang: berfungsi untuk menggulung uang satu persatu;
- Sensor warna *TCS230*: berfungsi untuk mendeteksi warna uang yang akan dipilah;
- Mikrokontroler: berfungsi untuk mengatur jalannya sistem secara keseluruhan;
- Sensor 1: berfungsi untuk mendeteksi jika uang telah habis atau uang terhambat saat digulung;

- Sensor 2: berfungsi untuk mendeteksi jika uang tersangkut;
- *Servo Motor*: berfungsi sebagai pemilah uang kertas;
- Buzzer: sebagai penanda jika uang telah habis atau terjadi *error*;
- 7-segmen: sebagai tampilan jumlah masing-masing pecahan.

2. Perancangan Bentuk Kotak Alat

Alat pemilah uang kertas berdasarkan nilai pecahan dengan menggunakan sensor warna *TCS230* dirancang dengan tujuan untuk memisahkan uang kertas berdasarkan nilai pecahan dan menampilkan hasilnya pada 7-segmen. Pada Gambar 16 disajikan gambar alat pemilah uang kertas tersebut.



Gambar 16. Alat Pemilah Uang Kertas

3. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras ini meliputi perancangan mikrokontroler *AT89S51*, perancangan *counter* 3 digit, dan perancangan *driver* motor. Penjelasan dari masing-masing perancangan adalah sebagai berikut.

• Perancangan Mikrokontroler *AT89S51*

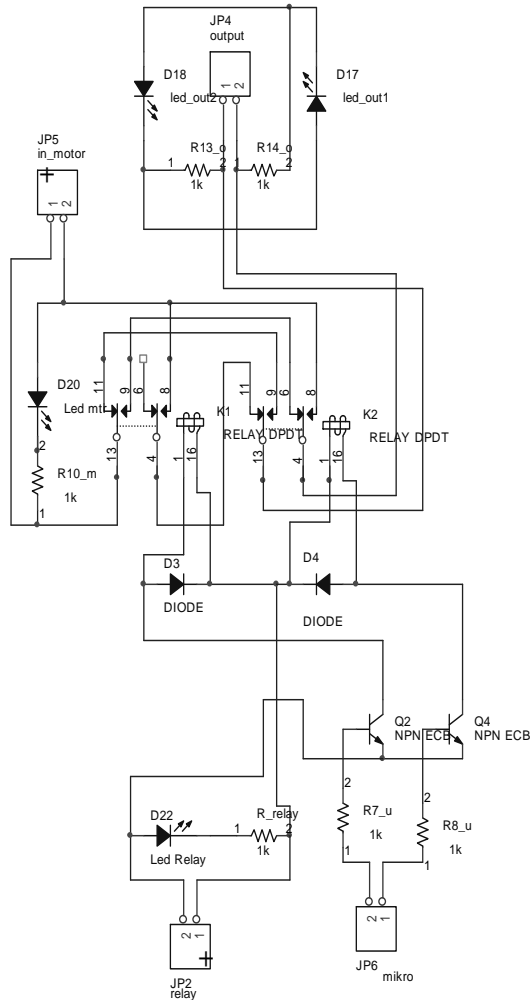
Rangkaian mikrokontroler *AT89S51* berfungsi sebagai pengendali semua aktivitas sistem yang telah dirancang berdasarkan program yang telah dimasukkan ke dalam *ROM*. Koneksi *pin* dari *AT89S51* disajikan pada Tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4. Koneksi *Pin-pin AT89S51*

Pin	Koneksi	Fungsi
P1.3 – P1.7	7-segmen	Menampilkan jumlah masing-masing nilai uang pecahan
P3.1- P3.2	<i>Driver</i> motor	Menjalankan motor penggulung
P3.3	<i>Servo Motor</i>	Untuk menjalankan motor pemilah

arus balik yang timbul dari lilitan (kumparan) relay.

Cara kerja rangkaian tersebut yaitu dengan memutus aliran arus yang masuk ke motor. Jika *P0.1* (aktivasi motor) memiliki logika *high*, maka transistor akan mengaktifkan relay *K2*, sehingga motor akan aktif. Sedangkan jika *P0.0* diberi logika *high*, maka transistor akan mengaktifkan relay *K1*, sehingga arah putaran motor berubah. Arah gerak motor berdasarkan logika yang diberikan dapat dilihat pada Tabel 5 sebagai berikut.



Gambar 19. Rangkaian Driver Motor DC

Tabel 5. Kondisi Driver Motor DC

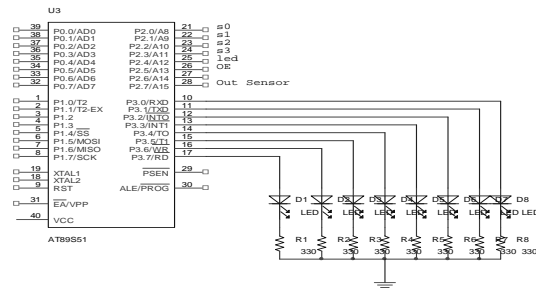
<i>P0.0</i>	<i>P0.1</i>	Arah gerak motor
0	0	Tidak bergerak
0	1	Clockwise
1	0	Counter Clockwise
1	1	Tidak bergerak

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui kinerja dari alat yang telah dibuat perlu dilakukan pengujian antara lain meliputi:

a. Sensor Warna

Pengukuran sensor warna dilakukan untuk memperoleh nilai biner masing-masing warna yang dengan cara membaca lebar pulsa dari output sensor warna dan menampilkannya pada port 3 yang terhubung dengan 8 buah LED. Setiap LED yang menyala, bernilai 1 dan setiap LED yang padam bernilai 0. Adapun cara menghubungkan port 3 dengan 8 buah LED adalah sebagaimana disajikan pada Gambar 20 sebagai berikut.



Gambar 20. Cara Pengukuran Sensor Warna

Hasil dari pengukuran untuk masing-masing warna disajikan pada Tabel 6, 7, dan 8 berturut-turut sebagai berikut.

Tabel 6. Hasil Pengukuran Warna Merah

No	Rp 10.000	Rp 20.000	Rp 50.000	Rp 100.000
1	0068	0100	00CF	0053
2	0070	011F	00D5	005D
3	0079	0123	00F9	0061
4	0073	00FC	00FA	0060
5	0074	0113	00D6	0059
6	006C	00D3	011F	0046
7	006F	0146	0148	0048
8	0079	0137	0195	0053
9	0076	012F	0160	004F
10	0078	0112	014F	004D
11	0087	011F	010F	004F
12	008F	0128	012C	0055
13	0095	0137	0131	0053
14	0096	0140	014F	0059
15	0097	0125	0141	0051
16	0095	00DF	009F	003F
17	0096	012D	0095	0043
18	00A1	015E	00A5	0048
19	009F	0177	00B4	004C
20	009C	0163	00B2	004A

Setelah diperoleh data nilai merah, hijau dan biru, maka terdapat kisaran yang sama antara Rp 20.000,00 kondisi 2 dengan Rp

50.000,00 kondisi 3. Kondisi lain yang hampir sama ialah Rp 10.000,00 kondisi 1 dengan Rp 100.000,00 kondisi 1. Sehingga untuk menentukan jenis pecahan menentukan jenis pecahan tersebut dibutuhkan satu variabel

Tabel 7. Hasil Pengukuran Warna Hijau

No	Rp 10.000	Rp 20.000	Rp 50.000	Rp 100.000
1	0068	0100	00CF	0053
2	0070	011F	00D5	005D
3	0079	0123	00F9	0061
4	0073	00FC	00FA	0060
5	0074	0113	00D6	0059
6	006C	00D3	011F	0046
7	006F	0146	0148	0048
8	0079	0137	0195	0053
9	0076	012F	0160	004F
10	0078	0112	014F	004D
11	0087	011F	010F	004F
12	008F	0128	012C	0055
13	0095	0137	0131	0053
14	0096	0140	014F	0059
15	0097	0125	0141	0051
16	0095	00DF	009F	003F
17	0096	012D	0095	0043
18	00A1	015E	00A5	0048
19	009F	0177	00B4	004C
20	009C	0163	00B2	004A

Tabel 8. Hasil Pengukuran Warna Biru

No	Rp 10.000	Rp 20.000	Rp 50.000	Rp 100.000
1	0068	0100	00CF	0053
2	0070	011F	00D5	005D
3	0079	0123	00F9	0061
4	0073	00FC	00FA	0060
5	0074	0113	00D6	0059
6	006C	00D3	011F	0046
7	006F	0146	0148	0048
8	0079	0137	0195	0053
9	0076	012F	0160	004F
10	0078	0112	014F	004D
11	0087	011F	010F	004F
12	008F	0128	012C	0055
13	0095	0137	0131	0053
14	0096	0140	014F	0059
15	0097	0125	0141	0051
16	0095	00DF	009F	003F
17	0096	012D	0095	0043
18	00A1	015E	00A5	0048
19	009F	0177	00B4	004C
20	009C	0163	00B2	004A

tambahan. Variabel tersebut didapat dengan mengurangkan antara nilai hijau dan nilai biru. Dari pengurangan tersebut didapatlah data sebagaimana disajikan pada Tabel 9 sebagai berikut.

Tabel 9. Hasil Pengukuran Nilai Hijau Dikurangi Nilai Biru

No	Rp 10.000	Rp 20.000	Rp 50.000	Rp 100.000
1	0019	0009	001F	01
2	001B	001B	0021	FB
3	001C	0011	0025	FF
4	0017	0010	002F	FD
5	001A	0013	0026	05
6	0019	0012	0027	03
7	0019	0014	0028	02
8	0015	001A	0029	FA
9	0017	0019	0023	F9
10	0016	000B	0022	FB
11	0018	000C	0024	FC
12	0013	0015	002A	FE
13	0014	0018	002E	01
14	0015	0017	0028	00
15	001C	000D	0029	02
16	001F	000A	002E	03
17	0017	000E	002D	04
18	0018	000F	002B	02
19	0014	0010	0020	FB
20	0016	0016	0030	01

Setelah diperoleh data nilai heksa, maka ditentukan *input* nilai biner untuk masing-masing warna. Adapun *input* nilai heksa untuk setiap warna adalah sebagaimana ditunjukkan berturut-turut pada Tabel 10, 11, dan 12. *Input* nilai biner ini digunakan sebagai pembandingan pada saat sistem berjalan.

Tabel 10. *Input* Nilai Merah

No	Rp 10.000	Rp 20.000	Rp 50.000	Rp 100.000
1	0068-007A	00F8-0126	00CD-00FC	0050-0065
2	006A-007A	00CF-0150	0112-019A	0045-0065
3	0086-0098	011B-0142	0100-0151	004D-005F
4	0094-00A4	00D9-017D	0093-00BF	003D-004F

Tabel 11. *Input* Nilai Hijau

No	Rp 10.000	Rp 20.000	Rp 50.000	Rp 100.000
1	0066-00A9	004A-0059	005F-007F	0073-010F
2	0065-0079	0054-0095	0078-00AF	0064-0083
3	007F-0097	0076-0082	0076-009B	0048-0058
4	00A3-00CA	0058-0108	0040-004F	003C-004B

Tabel 12. *Input* Nilai Biru

No	Rp 10.000	Rp 20.000	Rp 50.000	Rp 100.000
1	0066-00A9	004A-0059	005F-007F	0073-010F
2	0065-0079	0054-0095	0078-00AF	0064-0083
3	007F-0097	0076-0082	0076-009B	0048-0058
4	00A3-00CA	0058-0108	0040-004F	003C-004B

Untuk Rp 20.000,00 kondisi 2 dengan Rp 50.000,00 kondisi 3 diperlukan kondisi khusus sebagaimana disajikan pada Tabel 13 berikut.

Tabel 13. *Input* Nilai Warna Hijau Dikurangi Biru Kondisi Khusus 1

No	Rp 20.000	Rp 50.000
1	0009-001C	001F-0031

Untuk Rp 10.000,00 kondisi 2 dengan Rp 100.000,00 kondisi 3 diperlukan kondisi khusus sebagaimana disajikan pada Tabel 14.

Tabel 14. *Input* Nilai Warna Hijau Dikurangi Biru Kondisi Khusus 2

No	Rp 10.000	Rp 100.000
1	0012-001F	00F2-0005

b. Pengukuran Sensor Infra Merah

Pengukuran sensor infra merah dilakukan dengan cara menghubungkan tegangan *output* rangkaian ini dengan multimeter digital. Pengukuran ini dilakukan pada saat pemancar dan penerima infra merah mendapatkan tegangan *supply*.

Pada saat rangkaian aktif, setiap uang yang melewati pemancar dan penerima infra merah akan menghalangi sinar infra merah yang memancar ke penerima. Dengan kata lain, rangkaian tersebut menghasilkan logika *high* saat pemancar dan penerima mendapat halangan dan rangkaian tersebut menghasilkan logika *low* saat pemancar dan penerima tidak mendapat halangan. Berdasarkan pengukuran rangkaian infra merah diperoleh data pengamatan sebagaimana disajikan pada Tabel 15 sebagai berikut.

Tabel 15. Hasil pengukuran Tegangan Sensor Infra Merah

Jenis sensor	Tegangan dengan halangan (<i>miliVolt</i>)	Tegangan tanpa halangan (<i>Volt</i>)
Sensor infra merah 1	200	4,85
Sensor infra merah 2	185	4,98

c. Pengujian Sistem

Pengujian sistem ini akan menguji setiap warna yang disusun secara acak pada tabung

utama. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui besarnya *error* dari sistem yang telah dirancang. Perhitungan *error* dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan di bawah ini.

$$Error = \frac{\sum kesalahan}{\sum percobaan} \times 100\% \quad (1)$$

Tabel 16. Pengujian Kesalahan Pengukuran Kinerja Alat

Percobaan	Error (%)
1	9
2	16
3	16
4	13
5	13
6	15
7	18
8	10
9	7
10	4
11	4
12	3
13	5
14	8
15	9
16	13
17	4
18	5
19	7
20	7
21	8
22	10
23	3
24	5
25	6
26	4
27	6
28	6
29	11
30	7
31	8
32	9
33	6
34	12
35	8
36	7
37	5
38	4
39	5
40	6
41	9
42	3
43	4
44	6
45	5
46	6
47	7
48	6
49	8
50	10
Rata-rata	7,72

Pengujian dilakukan dengan cara memasukkan 100 lembar uang dengan komposisi 25 lembar untuk setiap pecahan. Pengujian dilakukan sebanyak 50 kali, sehingga terhadap setiap warna dilakukan pengujian sebanyak 5000 kali. Adapun hasil pengujiannya disajikan pada Tabel 16 sebagaimana disajikan di atas.

Dari hasil pengujian kinerja alat, diperoleh total kesalahan yaitu sebesar 7,72 % dari 50 kali percobaan. Kesalahan atau ketidakakuratan hasil pengukuran disebabkan karena mekanik yang kurang baik, sehingga terkadang menyebabkan posisi uang bergeser.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan berkaitan dengan pembuatan dan pengujian “Alat Pemilah Uang Kertas Berdasarkan Nilai Pecahan Dengan Menggunakan Sensor Warna TCS230” dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sensor warna TCS230 dapat digunakan untuk menentukan nilai uang pecahan;

2. Dari pengujian sistem secara keseluruhan yang dilakukan, diperoleh rata-rata kesalahan dalam proses pemilahan uang sebesar 7,72% dari 50 kali percobaan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim, *Mikrokontroler AT89S51 DataSheet*, Atmel
- [2] Anonim, *Servo Motor*, http://www.servocity.com/html/hs-645mg_ultra_torque.html, Diakses 7 Januari 2008
- [3] Anonim, *Photodiode*, <http://en.wikipedia.org/wiki/Photodiode>, Diakses 8 Januari 2010
- [4] Dale R. Patrick dan Stephen W. Fardo, *Rotating Electrical Machines and Power Systems*, Edisi Kedua, Fairmont Press Inc., Georgia, 1997
- [5] Ibrahim, KF., *Pengantar Sistem Elektronika*, PT. Multi Media, Jakarta, 1986